



שם הפרויקט		מס' פרויקט
סימולציות לייעול מיקומי תיקי הפרמדיקים בזמן החייאת אדם עם דום לב		P-2019-044
מנחה שותף	מנחה אקדמי	
ד"ר אורן ווכט, מר יער הררי	ד"ר יובל ביתן, ד"ר רזיאל רימר	
חברי הצוות		
	נועם מרדכיב	נקטר ברחנין
	noammord@post.bgu.ac.il	nektar@post.bgu.ac.il

## תקציר

מד"א הוא ארגון ההצלה הלאומי של ישראל והינו המעסיק העיקרי של פרמדיקים בארץ. פרמדיק עוסק במקצוע רפואת החירום. מעניק טיפול רפואי מתקדם ומידי במתאר שדה, מבצע הערכה ראשונית של מצב החולה ומעניק טיפול חירום רפואי בהתאם. עבודת הפרמדיק הינה עבודה שוחקת, פיזית ונפשית, ומתאפיינת במספר רב של גורמי שחיקה: רמת מתח גבוהה, רמת פציעות גבוהה וחשיפה לסבל ולכאב אנושי כל יום. בעבודתנו התמקדנו באירוע החייאת אדם החווה דום לב ע"י פרמדיקים של מד"א. דום לב הוא מצב בו ישנה הפסקה מוחלטת בפעילות הלב שיוצרת הפסקה מיידית של זרימת דם בגוף, גורמת ללוקים בדום לב לאיבוד הכרה ולהפסקת נשימה מהר. פעולות ההחייאה העיקריות נקראות CPR, וכוללות: אבטחת נתיב אוויר פתוח, הנשמה מלאכותית ועיסויי חזה. ביצוע החייאה הוא אחת מהמשימות הכי חשובות ותובעניות מבחינה פיזית בעבודת הפרמדיק. לאירוע כזה הפרמדיקים מגיעים עם ארבעה תיקים המכילים את כל הציוד הנדרש להחייאה: תיק תרופות ומזרקים, תיק אמבו, תיק בלון חמצן ומוניטור. כיום לא קיים תקן למיקומי ארבעת התיקים בזמן האירוע, ועל כן מד"א העלו בפנינו את הצורך במציאת תקן עולמי לכך.

בחלק הראשון השתמשנו בתוכנת Jack, אשר מאפשרת לבצע סימולציות תלת ממדיות של מודלים אנושיים בסביבת עבודה, לבצע ניתוחים ארגונומיים וניתוחי זמנים עליהן. ראשית בנינו בתוכנה את סביבת העבודה בזמן ההחייאה. קיבלנו 4 סידורים למיקומי התיקים ממומחים בתחום רפואת החירום ועבור כל סידור בנינו סימולציה המדמה את התרחיש כפי שהוא מבוצע ע"י פרמדיקים במד"א. לבסוף, ניתחנו את הסימולציות והשוונו ביניהן לפי מדד של מזעור הזמן המבוצע על הליכות, וקיבלנו כי הסידור אשר הציע ד"ר אורן ווכט, פרמדיק בכיר במד"א, מזער מדד זה, בו ערך המדד היווה 12.3% מהזמן הכולל. מדד נוסף הוא מזעור עומס מצטבר על הגב, אותו מזער הסידור הארגונומי בו ערך המדד הינו: 644,617.65N. בחלקו השני של הפרויקט השתמשנו בתוכנת Rstudio, סביבת פיתוח לשפת R. בנינו בה את סביבת העבודה של הפרמדיקים באירוע ואת תרחיש ההחייאה. בבנייה השתמשנו בתכנות מונחה עצמים בשפת R, ע"י מחלקות, אובייקטים ופונקציות. מציאת מיקום אופטימלי לתיקים במרחב יוצר זמן חישוב ארוך מאוד. על כן, בחרנו להשתמש בהיוריסטיקה לפתרון הבעיה, כך שהפתרון ישאף לאופטימום. ההיוריסטיקה שבחרנו הינה "אלגוריתם גנטי", שיטת קירוב לפתרון בעיות חיפוש בהן אנו לא מכירים אלגוריתם יעיל ו/או מרחב החיפוש האפשרי הוא גדול מאוד. השימוש באלגוריתם מספק פתרונות באיכות טובה לבעיות 'קשות', בזמן קצר ובמשאבים מועטים. הכלי האוטומטי שבנינו מחשב עבור כל סידור אפשרי אשר נבחר על פי ההיוריסטיקה, את מרחק ההליכה של הפרמדיקים עבור אותו סידור, ובוחר בסידור אשר ממזער את המדד הנ"ל. ערך המדד הכי טוב שהתקבל הינו 26.028 מטר השווה ל-34.158 צעדים.

לסיכום, לכל מדד קיבלנו סידור מומלץ אחר, לכן לא ניתן לקבוע באופן מוחלט סידור מועדף. נמליץ למד"א לבחון את הסידורים שהתקבלו, בתקווה שיקלו ויעלו את עבודת הפרמדיקים בעתיד.

**מילות מפתח:** פרמדיק, החייאה, דום לב, סימולציות, תיקים

Project No.	Project Title	
P-2019-044	Simulations for optimizing positions of paramedic bags during the resuscitation of a person with cardiac arrest	
Academic Advisor		Co-Advisor
Dr. Yuval Bitan, Dr. Razieli Riemer		Dr. Oren Wacht, Mr. Yaar Harari
Team Members		
Nectar Barhanin	Noam Mordehaev	
nektar@post.bgu.ac.il	noammord@post.bgu.ac.il	

## Abstract

MDA is Israel's national rescue organization and the main employer of paramedics. The paramedic provides immediate medical treatment, outside the hospital. His work is physically and mentally demanding, which is characterized by abrasion factors: high stress level, high injuries level and high exposure to human suffering and pain daily. We focused on the event of CPR on an individual who has cardiac arrest. Cardiac arrest is a situation where there is a cessation of heart function that creates cessation of blood flow, causing loss of consciousness and breathing cessation. The main CPR procedures: secure airway opening, artificial respiration and chest massages. This task is one of the most physically demanding in the paramedic's line of work. For such event, they arrive with four bags containing the needed equipment: medicine and syringe bag, ambo bag, oxygen tank and a monitor. There is currently no standard for the positions of the bags during the event, therefore, MDA has raised the need for establishing a global standard for the matter.

First, we used the Jack software. It enables 3D simulations of human models, ergonomics and time analysis. Using it, we created the work environment during CPR. We received 4 arrangements of the bags from emergency medicine experts, for each one we built a simulation that simulates the CPR scenario as performed by MDA paramedics. Then we analyzed and compared them according to two main indices: time spent on paramedics walk and load on the lower back. For the first index, the arrangement proposed by Dr. Oren Wecht, a senior paramedic in MDA, was the optimal one. In which only 12.3% of the time was spent on walking. For the second index the ergonomic arrangement is optimal with a cumulative load of 644,617.65 N. Secondly, we used the Rstudio software, a development environment for the R language. We built the CPR scenario at the event using OOP in R. Finding an optimal position for the bags creates a very long calculation time. Therefore, we chose to use the genetic algorithm heuristic, an approximation method for problems that we cannot find an efficient algorithm for and/or the searching area is very large. Using it provides us a quick good-quality solution for hard problems. Our tool computes and selects minimal walking distance for each heuristic arrangement. The best index value was 26.028 meters, which equals 34.158 steps.

In conclusion, each index has a different optimal arrangement, so we can't determine an optimal one. We suggest MDA to examine those received, hopefully they will facilitate and optimize the paramedics work in the future.

**Keywords:** paramedic, CPR, cardiac arrest, simulations, bags